

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. Februar 2003 (20.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/013767 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B22F 3/16**, B29C  
67/20, B22F 3/11, F16C 33/14, 33/20

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **FEDERAL-MOGUL DEVA GMBH** [DE/DE];  
Schulstrasse 20, 35260 Stadtlendorf (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/08621

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. August 2002 (02.08.2002)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ROOS, Udo** [DE/DE];  
Auf der Weide 11, 35315 Homberg/Ohm (DE). **KRAFT,**  
**Erik** [DE/DE]; Läuser Weg 14, 35260 Stadtlendorf (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: **FUCHS, Jürgen, H.** usw.; Söhnleinstrasse 8,  
65201 Wiesbaden (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
101 38 058.5 3. August 2001 (03.08.2001) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLID-MATERIAL BEARING AND A METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: VOLLMATERIALLAGER UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

*h 0.5 20 mm*

*Luft + PTFE*



*hier auf h=1.5*

PTFE

*Porosität 1-10%*

CuSn8713

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing self-lubricating, maintenance-free bearings, in particular bushes or thrust washers, according to which at least bronze powder is used. The bronze powder is sintered in a furnace at a temperature of  $\leq 850^{\circ}\text{C}$  in a protective gas atmosphere and the pores of the sintered bronze are filled by vacuum infiltration with a PTFE suspension. The bronze powder is cold pressed prior to sintering in a die to form a solid material slug comprising a wall thickness of between 2 and 20 mm, in such a way that the slug has uniformly distributed, open pores with a porosity of between 20 and 50 vol. %. The solid material slug is then sintered in such a way that the uniformly distributed, open pores stabilise. The invention also relates to a corresponding self-lubricating solid-material bearing consisting of sintered bronze, in which between 2 and 10 wt. % PTFE, (in relation to the total material) is deposited in the pores of the sintered material and in which the PTFE fraction below an inlet region fluctuates by a maximum 10 % over the total wall thickness.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung von selbstschmierenden, wartungsfreien Lagern, insbesondere von Lagerbuchsen oder Anlaufscheiben beschrieben, bei dem mindestens Bronzepulver eingesetzt wird, das Bronzepulver in einem Ofen bei einer Temperatur =  $850^{\circ}\text{C}$  unter einer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/013767 A1



GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

Schutzgasatmosphäre gesintert wird und die Poren der Sinterbronze durch Vakuuminfiltration mit PTFE aus einer Suspension gefüllt werden. Das Bronzepulver wird vor dem Sintern in einem formgebenden Werkzeug zu einem Vollmaterialrohling mit einer Wandstärke von 2 bis 20 mm derart kalt gepresst, dass der Rohling homogen verteilte offene Poren mit einer Porosität von 20 bis 50 Vol.-% aufweist. Anschliessend wird der Vollmaterialrohling derart gesintert, dass die homogen verteilten offenen Poren stabilisiert werden. Es wird auch ein entsprechendes selbstschmierendes Vollmateriallager aus Sinterbronze beschrieben, bei dem 2 bis 10 Gew.-% PTFE bezogen auf das Gesamtmaterial in die Poren des Sintermaterials eingelagert sind und bei dem unterhalb eines Einlaufbereichs der PTFE-Anteil über die gesamte Wanddicke maximal 110 % schwankt.

## Vollmateriallager und Verfahren zu seiner Herstellung

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von selbstschmierenden wartungsfreien Lagern, insbesondere von Lagerbuchsen oder Anlaufscheiben, bei dem mindestens Bronzepulver eingesetzt wird, das Bronzepulver in einem Ofen bei  $\leq 850^{\circ}\text{C}$  unter einer Schutzgasatmosphäre gesintert wird, und die Poren der Sinterbronze durch Vakuuminfiltration mit PTFE aus einer Suspension gefüllt werden. Die Erfindung betrifft auch ein selbstschmierendes Vollmateriallager aus Sinterbronze.

Derzeit existieren verschiedene Typen metallischer, selbstschmierender und wartungsfreier Gleitlager. Dies sind unter anderem:

- a. dickwandige gesinterte Gleitlager, die Festschmierstoffe wie Graphit  $\text{MoS}_2$ ,  $\text{WS}_2$  enthalten,
- b. dickwandige gesinterte Gleitlager, die ölgetränkt sind,
- c. dünnwandige Gleitlager, die in die Oberfläche eingewalztes PTFE enthalten,
- d. dünnwandige Gleitlager, die in das Gefüge imprägniertes PTFE enthalten,

- e. dickwandige gegossene Gleitlager, die makroskopisch verteilte Festschmierstoffe enthalten.

Für Gleitlager des Typs a. werden Pulvermischungen hergestellt, die bereits Festschmierstoffe enthalten. Diese Pulvermischung wird gepreßt und anschließend gesintert. Für diese Verfahren sind nur solche Festschmierstoffe geeignet, die sich bei den Sintertemperaturen von etwa 800° C nicht zersetzen.

Andererseits sind Lager mit derartigen Schmierstoffen wegen der damit unweigerlich verbundenen Verunreinigung der Umgebung des Lagers nicht für alle Anwendungszwecke geeignet. Insbesondere im Lebensmittelbereich sind derartige Lager nicht einsetzbar.

Die Gleitlager des Typs b. haben den Nachteil, daß sie Öl enthalten und somit in vielen Bereichen nicht einsetzbar sind. Die Einsatztemperatur dieses Lagertyps ist stark begrenzt, da bei erhöhten Temperaturen ein Austrocknen des Öls stattfindet.

Die Gleitlager des Typs c. versagen nach relativ geringer Verschleißdicke.

Die Gleitlager des Typs d. weisen prinzipiell geringe Reibwerte und Verschleißraten auf, allerdings ist die Dicke der Gleitschicht auf 1 bis 2 mm begrenzt. Die Herstellung solcher Gleitlager wird beispielsweise in der DE 197 53 639.5 A1 beschrieben. Das Verfahren zur Herstellung eines solchen selbstschmierenden, wartungsfreien mehrschichtigen Gleitlagerwerkstoffs sieht vor, daß ein aus unterschiedlichen Korngrößen bestehendes Bronzepulver mit einer mittleren Korngröße von etwa 40 µm und einer dendritischen Kornform auf einen metallischen Stützkörper aufgetragen wird, und daß der Stützkörper mit dem aufgetragenen Bronzepulver in einem Ofen bei etwa 800° C unter einer Schutzgasatmosphäre gesintert wird. Während des Sinterns wird der Stützkörper mit der Bronzeschicht zur Erzeugung einer Porosität zwischen 40

und 70% über die gesamte Schichtdicke heißgewalzt, wobei die Schichtdicke nur etwa 0,5 bis 10 mm beträgt. Mittels einer Vakuuminfiltration werden die Poren mit PTFE gefüllt, so daß sich ein Anteil an PTFE bezogen auf das Gesamtmaterial von bis zu 20 Gew.-% einstellt.

Ferner ist ein Vakuuminfiltrationsverfahren aus der GB 707,065 bekannt, wobei allerdings keine Angaben über Herstellung und Dicken der Sinterschicht gemacht werden.

Aus der US 5,217,814 ist ein Gleitlagermaterial bekannt, das durch Sintern von Cu-Partikeln hergestellt wird. Die Sinterschicht besitzt Dicken unter 1 mm und die Porositäten, die durch den Sintervorgang erzeugt werden, liegen bei 35 Vol.-%. Schmiermittel in Form von  $\text{MoS}_2$  und Graphit werden in die Poren eingebracht. Die durch den Sintervorgang erzeugte Porosität wird sehr stark durch die Partikelgrößenverteilung bestimmt, so daß oft nicht die gewünschte Homogenität erzielt werden kann.

Aus Dubbel "Taschenbuch für den Maschinenbau" 14. Auflage, Springer Verlag, S. 956, 957 ist es bekannt, bei der Herstellung von Sinterkörpern zur Verdichtung der Metallpulver einen Kaltpreßvorgang vorzuschalten. Mit steigendem Preßdruck nimmt das Verdichtungsverhältnis und somit auch die Dichte und Raumausfüllung zu. Es gibt allerdings keine Hinweise auf den Zusammenhang zwischen Kaltpreßverfahren und Einstellung der Porosität.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem Vollmateriallager mit Wandstärken bis zu 20 mm gefertigt werden können, die ein optisch und physiologisch unbedenkliches Festschmiermittel enthalten und gleichbleibende Gleiteigenschaften während des Betriebs aufweisen.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gelöst, bei dem das Bronzepulver vor dem Sintern in einem formgebenden Werkzeug zu einem

Vollmaterialrohling mit einer Wandstärke von 2 bis 20 mm derart kalt gepreßt wird, daß der Rohling homogen verteilte, offene Poren mit einer Porosität von 20 bis 50 Vol.-% aufweist und daß der Vollmaterialrohling anschließend derart gesintert wird, daß die homogen verteilten offenen Poren stabilisiert werden.

Vorzugsweise wird der Vollmaterialrohling mit einer Wandstärke von  $> 3$  mm bis 20 mm, insbesondere von  $> 3,5$  bis 20 mm kalt gepreßt. Weitere bevorzugte Bereiche sind 4 bis 20 mm und 5 bis 20 mm. Ein Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß Vollmaterialrohlinge über einen großen Wandstärkebereich mit der beanspruchten Porosität hergestellt werden können. Bezüglich der Einstellung der Porosität sind bevorzugte Wertebereiche, 25 bis 47 Vol.-%, 20 bis 40 Vol.-%, insbesondere  $> 20$  bis 40 Vol.-%.

Durch das Kaltpressen wird dem Grünling eine ausreichende Festigkeit verliehen, so daß eine weitere Verarbeitung möglich wird.

Es hat sich außerdem herausgestellt, daß ein Kaltpressen des Bronzepulvers zu einer homogenen Porenstruktur führt, als dies mit einem sofortigen Sintervorgang erreicht werden kann. Beim Kaltpressen spielt die Korngrößenverteilung der Bronzepartikel für die sich einstellende Porosität nur eine untergeordnete Bedeutung. Außerdem ist der Anteil an offenen Poren größer, so daß eine bessere Befüllung der Poren mit PTFE im Wege der Vakuuminfiltration möglich ist. Der Sintervorgang wird zur Diffusion des Zinns in das Kupfer und zur Stabilisierung der sich ausgebildeten Porenstruktur eingesetzt. Insgesamt wird ein Vollmateriallager geschaffen, das aufgrund der homogenen Porenverteilung über die Wanddicke des Lagers gleichbleibende Gleiteigenschaften während der gesamten Lebensdauer des Lagers aufweist. Der Einsatz von PTFE ermöglicht die Verwendung der Lager auch in der Lebensmittelindustrie.

Vorzugsweise erfolgt das Kaltpressen des Bronzepulvers in Richtung der Rotationssymmetrieachse des herzustellenden Vollmaterialrohlings. Bei der Herstellung von Lagerbuchsen erfolgt daher das Kaltpressen in Richtung der Buchsenlängsachse. Dadurch wird sichergestellt, daß der Druck gleichmäßig auf alle Bereiche des herzustellenden Vollmaterialrohlings verteilt wird.

Vorzugsweise wird das Kaltpressen mit einem Druck von 2 bis 4 t/cm<sup>2</sup>, insbesondere 2,5 bis 3,5 t/cm<sup>2</sup> durchgeführt. Welcher Druck in diesem Bereich von 2 bis 4 t/cm<sup>2</sup> gewählt wird, hängt einerseits von der gewählten Korngröße des Bronzepulvers und andererseits von der gewünschten Porosität ab. Wenn eine geringe Porosität gewünscht wird, wird ein entsprechend größerer Druck eingesetzt. Größere Drücke sind auch dann erforderlich, wenn das Bronzepulver eine große Korngröße aufweist. Vorzugsweise wird eine Mischung aus vor- oder anlegiertem Bronzepulver und elementarem Zinn mit Korngrößen von 1 bis 100 µm, vorzugsweise von 10 bis 80 µm, insbesondere von 20 bis 40 µm, eingesetzt. //

Vorzugsweise wird Bronzepulver mit 80 bis 95 Gew.-% Kupfer und 5 bis 20 Gew.-% Zinn verwendet.

Das Bronzepulver kann zusätzlich bis zu 11 Gew.-% Aluminium, Eisen, Wismut und/oder Blei aufweisen.

Die Sintertemperatur beträgt vorzugsweise 650 bis 850°C, insbesondere 600°C bis 850°C. Da das Sintern vor dem Einbringen des PTFE-Materials erfolgt, wird bei diesem Vorgang und bei diesen hohen Temperaturen das PTFE-Material nicht geschädigt.

Vorzugsweise wird der Sintervorgang während einer Zeitdauer von 1 bis 5 h, vorzugsweise 1 bis 3 Stunden durchgeführt. Die Sintertemperatur und die Zeitdauer sind so zu wählen, daß die Diffusion des Zinns in das Kupfer

möglichst abgeschlossen ist und sich ein homogener Mischkristall gebildet hat, andererseits aber keine zu geringe Porosität durch Änderung des Porenvolumens entsteht. Außerdem ist darauf zu achten, daß das offene Porensystem erhalten bleibt. Auch die Zusammensetzung und die Art des Bronzepulvers (vorlegiert, anlegiert, Elementmischungen, Kombinationen daraus) spielen eine Rolle bei der Auswahl der Sintertemperaturen und -zeiten.

Vorzugsweise wird ein mit einem Preßhilfsmittel versetztes Bronzepulver verwendet.

Das Preßhilfsmittel erleichtert den Preßvorgang und hat den Vorteil, daß zum einen die Werkzeuge einem geringeren Verschleiß unterliegen und dadurch auch automatische Pressen zur Herstellung verwendet werden können und zum anderen darin, daß die Reibung an den Gesenkinnenwänden reduziert wird. Dadurch ergibt sich eine homogenere Poren- und Dichteverteilung im Grünling.

Die Vakuuminfiltration wird nach herkömmlichen Verfahren durchgeführt und erfolgt vorzugsweise bei einem Druck von 5 bis 10 mbar.

Bei der Vakuuminfiltration wird vorzugsweise eine PTFE-Suspension aus 55 bis 65 Gew.-% PTFE, 33,5 bis 42,5 Gew.-% H<sub>2</sub>O und 0,5 bis 3,0 Gew.-% Emulgatoren eingesetzt.

Nach der Vakuuminfiltration wird das Lager bei etwa 40° bis 100°C getrocknet, so daß das bei der Suspension verwendete Wasser und die Emulgatoren entfernt werden und lediglich das PTFE in den Poren zurückbleibt.

Nach der Vakuuminfiltration kann das poröse Lager zur Kalibrierung nochmals kalt gepreßt werden. Hierbei wird die endgültige Dichte und Festigkeit



eingestellt. Beim Kalibrieren werden Drücke von vorzugsweise 3 bis 6 t/cm<sup>2</sup> eingesetzt.

Nach der Kalibrierung wird noch eine Einlaufschicht aufgebracht. Diese Einlaufschicht kann beispielsweise aus einem Gleitlack, gefüllt mit Festschmierstoffen wie z.B. PTFE, Graphit oder Blei, bestehen.

Das selbstschmierende Vollmateriallager aus Sinterbronze ist dadurch gekennzeichnet, daß es eine Wandstärke von 2 bis 20 mm aufweist, daß 2 bis 10 Gew.-% PTFE bezogen auf das Gesamtmaterial in die Poren des Sintermaterials eingelagert sind, und daß unterhalb des Einlaufbereiches der PTFE-Anteil über die Wanddicke maximal 10% schwankt. Dies bedeutet, daß bei beispielsweise einem PTFE-Anteil von 10 Gew.-% dieser Anteil zwischen 9% und 11% schwankt. Die geringe Schwankung des PTFE-Anteils ist auf die homogene Porenverteilung zurückzuführen, wobei in einem geringen Oberflächenbereich, der den Einlaufbereich bildet, der Porenanteil größer sein kann, so daß in diesem Bereich auch dann der PTFE-Anteil entsprechend höher ist. Dieser höhere PTFE-Anteil in diesem Einlaufbereich verbessert die Einlaufeigenschaften.

Die Wandstärke des Vollmateriallagers ist vorzugsweise > 3 mm bis 20 mm, insbesondere > 3,5 bis 20 mm, 4 bis 20 mm und 5 bis 20 mm.

Vorzugsweise weist die Sinterbronze 80 bis 95% Kupfer und 5 bis 20% Zinn auf. Die Sinterbronze kann zusätzlich noch bis zu 5 Gew.-% Aluminium, Eisen, Wismut und/oder Blei aufweisen.

Die offenen Poren weisen vorzugsweise eine Größe von 5 bis 125 µm auf. Die Poren der Sinterbronze sind ferner vorzugsweise weitgehend offen. Die Porosität der Sinterbronze beträgt vorzugsweise 20 bis 50 Vol.-%,

insbesondere 25 bis 47 Vol.-%, 20 bis 40 Vol.-% und insbesondere > 20 bis 40 Vol.-%.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 eine erfindungsgemäße Lagerbuchse in perspektivischer Darstellung,
- Figur 2 einen Schnitt längs der Linie A-A in Figur 1 und
- Figur 3 eine vergrößerte Darstellung des Bereiches X in der Figur 2 und
- Figur 4 eine grafische Darstellung des PTFE-Gehaltes bzw. der Dichte in Abhängigkeit vom Preßdruck.

In der Figur 1 ist eine Lagerbuchse 1 aus Vollmaterial dargestellt, die aus einer Sinterbronze mit vakuuminfiltriertem PTFE besteht.

In der Figur 2 ist ein Schnitt durch die Lagerbuchse 1 längs der Linie A-A in Figur 1 dargestellt. In das Sinter-Bronze-Matrixmaterial 2 ist in die offenen Poren 3 PTFE eingelagert, wie dies in Figur 3 in vergrößerter Darstellung zu sehen ist. Es ist deutlich zu sehen, daß die Porenstruktur offen ist und daß die Poren homogen über die gesamte Wanddicke verteilt sind. Aufgrund dieser offenen Porenstruktur, die über die gesamte Wanddicke durchgängig vorhanden ist, ist es möglich, eine vollständige Auffüllung der Poren mit PTFE zu erreichen, so daß im wesentlichen gleichbleibende Gleiteigenschaften über die gesamte Wanddicke erhalten werden.

In der Figur 4 ist der PTFE-Gehalt bzw. die Dichte in Abhängigkeit vom Preßdruck dargestellt. Es zeigt sich, daß bei einem Preßdruck von 2 bis 3 t/cm<sup>2</sup> mit zunehmendem Preßdruck die Dichte zunimmt und gleichzeitig die

Porosität abnimmt, was dementsprechend zu einem geringeren PTFE-Anteil in dem Vollmaterial führt. Über den Preßdruck kann somit die Porosität und dadurch der gewünschte PTFE-Anteil maßgeblich eingestellt werden, was wiederum für die Gleiteigenschaften von Bedeutung ist.

In der nachfolgenden Tabelle sind für verschiedene Preßdrücke und Bronzematerialien die Parameter wie Gründichte, Porosität, PTFE-Gehalte, usw. zusammengefaßt. Die Bezeichnung Eckart Bromix 90/10 bedeutet, daß es sich hier um ein Pulvermaterial der Firma Eckart Bromix handelt, das 90 % Kupfer und 10 % Zinn aufweist. Bei der Bezeichnung NA K10+3 % Sn handelt es sich um ein vorlegiertes Bronzepulver der Norddeutschen Affinerie mit einem Anteil von 90 % Kupfer und 10 % Zinn, dem zusätzlich 3 % elementares Zinn zugemischt werden.

**Einflussfaktoren auf die Performance von Deva Metall mit PTFE**

Sintertemperatur:		700°C		Sinterzeit				3h		Porosität n.d. Kalbrieren		Härte		Reibungs- koeffizient (30 MPa)		Verschleißrat e (30 MPa)	
Pneum.	Pulvertyp	Grunddichte [g/cm³]	Porosität n.d. Kalbpressen		nach dem Sintern		Porosität n.d. Sintern		Toleranz	PTFE-Gehalt [%]	Dichte n.d. Kalbrieren (6 h/cm³)	Toleranz	HB	μl	[mm³/Rum]		
			Toleranz	[%]	Toleranz	[%]	Toleranz	[%]									
2	Eckart Bromix (90/10)	5,77	± 0,05	33,701	± 0,40	5,81	± 0,04	33,241	± 0,38	4,99	7,62	± 0,05	45-59	0,18-0,53	281		
2,5	NA K10-3%Sn	4,90	± 0,19	44,084	± 1,27	4,73	± 0,57	46,011	± 1,35	6,81	7,30	± 0,05	42-76	0,11-0,20	28		
	Eckart Bromix (90/10)	5,99	± 0,042	31,173	± 2,11	6,02	± 0,21	30,828	± 0,31	4,12	7,65	± 0,05	42-71	0,15-0,25	220		
	Eckart Bromix (87/13)	5,45	± 0,12	37,792	± 1,92	5,81	± 0,30	33,683	± 1,17	4,75	7,45	± 0,06	n.e.	n.e.	n.e.		
3	NA K10-3%Sn	5,55	± 0,35	36,644	± 3,76	5,79	± 0,33	33,912	± 3,76	4,84	6,81	± 0,17	40-64	0,10-0,18	12		
	MP6000	6,00	± 0,52	31,058	± 5,84	6,02	± 0,50	30,828	± 6,51	5,31	7,76	± 0,28	42-80	n.e.	n.e.		
	Eckart Bromix (90/10)	6,46	± 0,36	25,773	± 4,11	6,48	± 0,39	25,543	± 4,43	3,22	7,69	± 0,02	40-80	0,09-0,28	160		
	Eckart Bromix (87/13)	6,05	± 0,13	30,944	± 1,44	6,18	± 0,16	29,460	± 1,84	3,67	7,50	± 0,07	69-74	0,09-0,11	5,5		

Sintertemperatur:		750°C				Sinterzeit				1h						
Porendruck [µcm²]	Pulvertyp	Grunddicke		nach dem Sintern		Porosität		PTFE-Gehalt		Dichte n.d. Kalibrieren		Porosität n.d. Kalibrieren		Härte HB	Reibungs- koeffizient µ (30 MPa)	
		[g/cm³]	%	[g/cm³]	%	%	%	%	%	[g/cm³]	%	%	[µm/Raum]			
2	Edart Bromix (90/10)	5,74	± 0,02	34,045	± 0,3	6,23	± 0,02	32,552	± 0,15	5,06	± 0,02	7,43	± 0,03	2,70	± 0,10	10
3	Edart Bromix (90/10)	6,41	± 0,45	26,347	± 3,51	6,23	± 0,61	28,415	± 1,63	3,31	± 0,71	7,71	± 0,09	3,27	± 0,85	45-75
	Edart Bromix (87/13)	6,15	± 0,28	29,803	± 0,67	6,15	± 0,11	29,803	± 0,89	3,75	± 0,62	7,43	± 0,15	5,11	± 0,38	60-70
																0,09-0,12

Wie die Beispiele zeigen, liegt die Porosität im wesentlichen im Bereich der Porosität nach dem Kaltpressen, was zeigt, daß der Sintervorgang lediglich zur Stabilisierung der Porenstruktur dient und nur einen geringen Einfluß auf die Porosität ausübt.

Die Reibungskoeffizienten mit Werten im Bereich von  $\mu = 0,08$  bis  $\mu = 0,10$  sind denen der herkömmlichen graphithaltigen Legierungen deutlich überlegen. Deren Reibwerte liegen im Bereich von etwa  $\mu = 0,15$  bis  $\mu = 0,25$  im Trockenlauf. Die Verschleißwerte der PTFE-infiltrierten Lager sind unter gleichen Testbedingungen um den Faktor 5 bis etwa 20 geringer.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von selbstschmierenden, wartungsfreien Lagern, insbesondere von Lagerbuchsen oder Anlaufscheiben, bei dem mindestens Bronzepulver eingesetzt wird, das Bronzepulver in einem Ofen bei einer Temperatur  $\leq 850^{\circ}\text{C}$  unter einer Schutzgasatmosphäre gesintert wird und die Poren der Sinterbronze durch Vakuuminfiltration mit PTFE aus einer Suspension gefüllt werden, **dadurch gekennzeichnet,**

daß das Bronzepulver vor dem Sintern in einem formgebenden Werkzeug zu einem Vollmaterialrohling mit einer Wandstärke von 2 - 20 mm derart kalt gepreßt wird, daß der Rohling homogen verteilte offene Poren mit einer Porosität von 20 bis 50 Vol.-% aufweist und daß der Vollmaterialrohling anschließend derart gesintert wird, daß die homogen verteilten offenen Poren stabilisiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß das Kaltpressen in Richtung der Rotationssymmetrieachse des herzustellenden Vollmaterialrohlings durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** daß das Kaltpressen mit einem Druck von 2 - 4 t/cm<sup>2</sup> durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß Bronzepulver und elementares Zinn mit Korngrößen von 1 - 100  $\mu\text{m}$  eingesetzt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** daß Bronzepulver und elementares Zinn mit Korngrößen von 20 bis 40  $\mu\text{m}$  eingesetzt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß Bronzepulver mit 80 bis 95 Gew.-% Kupfer und 5 bis 20 Gew.-% Zinn eingesetzt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß Bronzepulver mit bis zu 11 Gew.-% Aluminium, Eisen, Wismut und/oder Blei verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sintervorgang bei Temperaturen von 650 bis 850°C durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sintervorgang über eine Zeitdauer von 1 bis 5 h, vorzugsweise 1 bis 3 h durchgeführt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein mit Preßhilfsmittel versetztes Bronzepulver verwendet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vakuuminfiltration bei einem Druck von 5 - 10 mbar durchgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der Vakuuminfiltration eine PTFE-Suspension aus 55 - 65 Gew.-% PTFE, 33,5 - 42,5 Gew.-% H<sub>2</sub>O und 0,5 - 3 Gew.-% Emulgatoren eingesetzt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Lager nach der Vakuuminfiltration bei etwa 40°C bis 100°C getrocknet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach der Vakuuminfiltration das Lager zur Kalibrierung kaltgepreßt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kalibrieren mit einem Druck von 3 bis 6 t/cm<sup>2</sup> durchgeführt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach der Kalibrierung eine Einlaufschicht aufgebracht wird.
17. Selbstschmierendes Vollmateriallager aus Sinterbronze, insbesondere Lagerbuchse oder Anlaufscheibe, **dadurch gekennzeichnet**,  
  
daß es eine Wandstärke von 2 bis 20 mm aufweist,  
  
daß 2 bis 10 Gew.-% PTFE bezogen auf das Gesamtmaterial in die Poren des Sintermaterials eingelagert sind und  
  
daß unterhalb eines Einlaufbereiches der PTFE-Anteil über die gesamte Wanddicke max. 10% schwankt.
18. Lager nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wanddicke maximal 4%  $\pm$  1% über die gesamte Wanddicke schwankt.
19. Lager nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sinterbronze 8 bis 95% Kupfer und 5 bis 20% Zinn aufweist.



20. Lager nach Anspruch 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sinterbronze bis zu 11 Gew.-% Aluminium, Eisen, Wismut und/oder Blei aufweist.
21. Lager nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Poren der Sinterbronze ohne Einlagerung von PTFE offen sind.
22. Lager nach einem der Ansprüche 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Porosität der Sinterbronze 20 bis 40 Vol.-% beträgt.

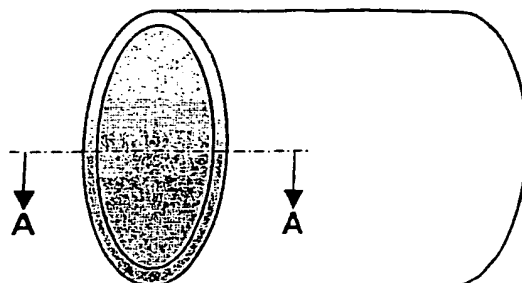


Fig. 1

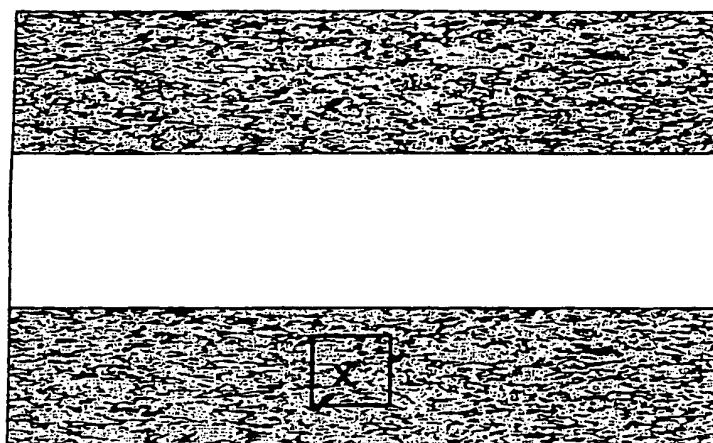


Fig. 2

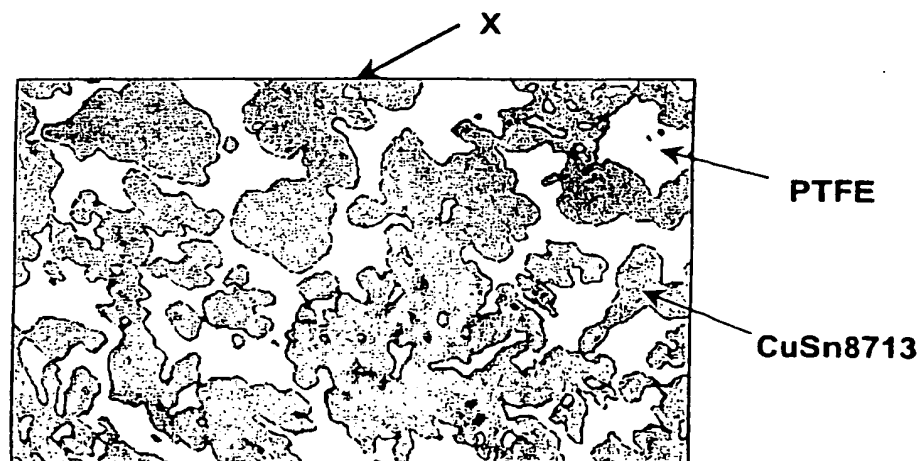


Fig. 3

# PTFE-Gehalt / Dichte in Abhängigkeit vom Preßdruck

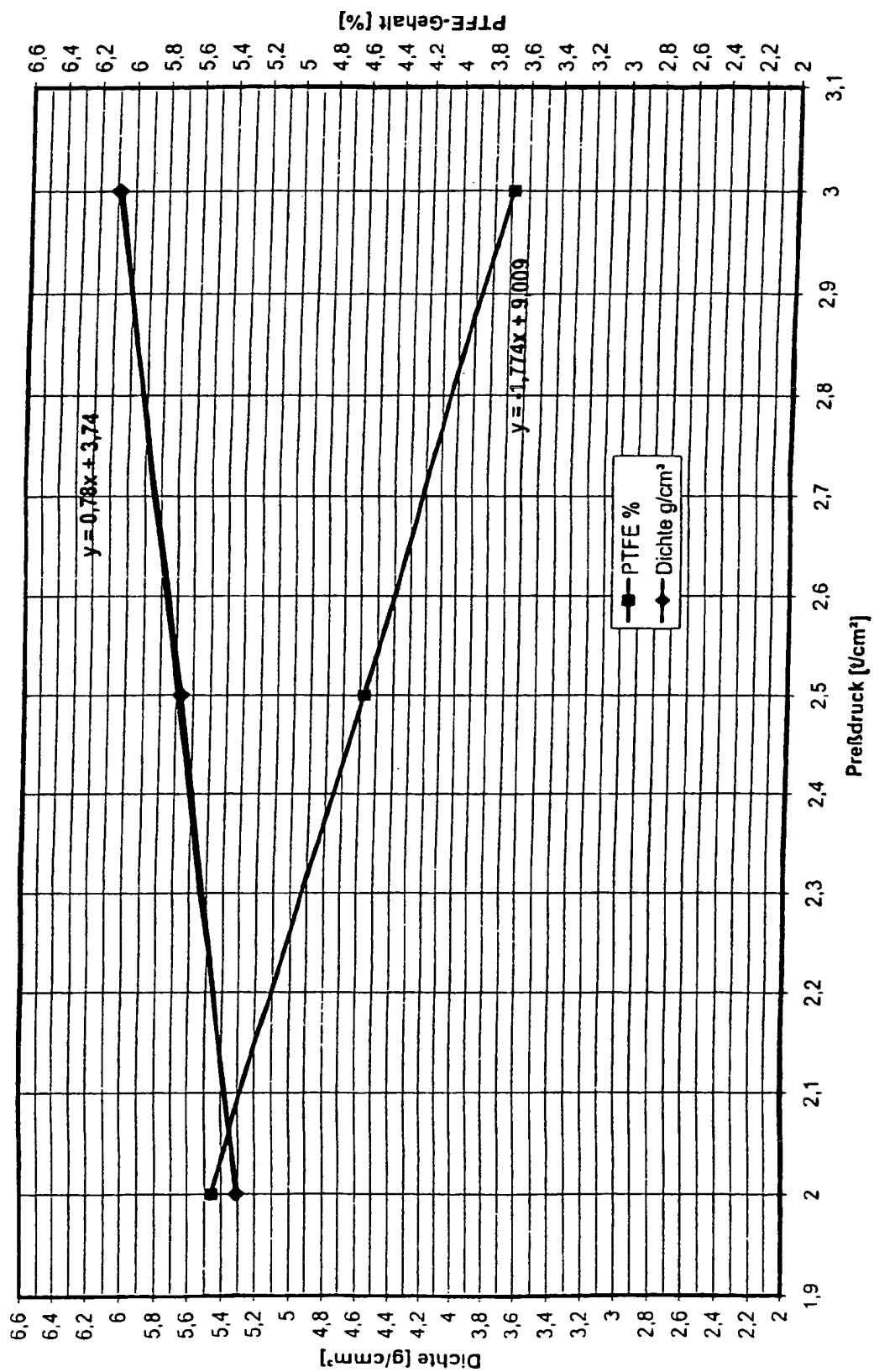


Fig. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/08621

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B22F3/16 B29C67/20 B22F3/11 F16C33/14 F16C33/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B22F B29C F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 923 642 A (BOUND BROOK BEARINGS LTD) 18 April 1963 (1963-04-18) page 3, line 103 -page 4, line 12 ---	1-16
A	US 6 042 778 A (PIESCH THOMAS ET AL) 28 March 2000 (2000-03-28) column 2, line 14 - line 36 ---	1-22
A	DE 42 25 398 A (THALE EISEN HUETTENWERK) 3 February 1994 (1994-02-03) column 3, line 54 -column 4, line 8 ---	1-22
A	US 4 393 563 A (SMITH DAVID T) 19 July 1983 (1983-07-19) figure 1 -----	22



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 October 2002

Date of mailing of the international search report

25/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Badcock, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/08621

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 923642	A	18-04-1963	NONE	
US 6042778	A	28-03-2000	DE 19753639 A1 EP 0852298 A1 JP 10166474 A JP 10204506 A PL 323704 A1	25-06-1998 08-07-1998 23-06-1998 04-08-1998 22-06-1998
DE 4225398	A	03-02-1994	DE 4225398 A1	03-02-1994
US 4393563	A	19-07-1983	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08621

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B22F3/16 B29C67/20 B22F3/11 F16C33/14 F16C33/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B22F B29C F16C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 923 642 A (BOUND BROOK BEARINGS LTD) 18. April 1963 (1963-04-18) Seite 3, Zeile 103 -Seite 4, Zeile 12 ---	1-16
A	US 6 042 778 A (PIESCH THOMAS ET AL) 28. März 2000 (2000-03-28) Spalte 2, Zeile 14 - Zeile 36 ---	1-22
A	DE 42 25 398 A (THALE EISEN HUETTENWERK) 3. Februar 1994 (1994-02-03) Spalte 3, Zeile 54 -Spalte 4, Zeile 8 ---	1-22
A	US 4 393 563 A (SMITH DAVID T) 19. Juli 1983 (1983-07-19) Abbildung 1 -----	22



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Oktober 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/10/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Badcock, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08621

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 923642	A	18-04-1963	KEINE
US 6042778	A	28-03-2000	DE 19753639 A1 25-06-1998 EP 0852298 A1 08-07-1998 JP 10166474 A 23-06-1998 JP 10204506 A 04-08-1998 PL 323704 A1 22-06-1998
DE 4225398	A	03-02-1994	DE 4225398 A1 03-02-1994
US 4393563	A	19-07-1983	KEINE